

Е.Н. МУРАТОВА, мл. науч. сотр., НТУ “ХПИ”,

А.Г. ТУЛЬСКАЯ, аспирант, НТУ “ХПИ”,

Т.П. КУЛИКОВА, вед. инженер, НТУ “ХПИ”

ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА ДЛЯ ОЧИСТКИ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Розглянута можливість очистки мінералізованих стічних вод, що містять сульфати, електрохімічним методом. Визначені основні технічні характеристики мембранного електролізу. Одержані залежності виходу за струмом переносу іонів натрію та сульфату від концентрації NaOH в католіте і H₂SO₄ в аноліте.

Рассмотрена возможность очистки минерализованных стоков, содержащих сульфаты, электрохимическим методом. Определены основные технические характеристики мембранного электролиза. Получены зависимости выхода по току переноса ионов натрия и сульфата от концентрации NaOH в католите и H₂SO₄ в анолите.

The possibility of treatment mineralized wastewater containing sulfate, an electrochemical method. Identifies the main characteristics of the membrane electrolysis. The dependences of the current efficiency of ion transport Na⁺ and SO₄²⁻ on the concentration of NaOH in the catolyte and H₂SO₄ in anolyte.

Вступление.

Очистка минерализованных стоков содержащие сульфаты является актуальной проблемой, как на Украине, так и за рубежом. Известный метод очистки промышленных стоков при помощи обратного осмоса, с использованием анионитов (анионообменных смол) является эффективным, но требует значительных затрат на регенерирующую загрузку и обслуживание анионообменной установки.

Значительные перспективы для очистки минерализованных стоков содержащих сульфаты имеет электрохимический метод. Положительный момент данного метода состоит в том, что кроме деминерализации возможно получение растворов NaOH и H₂SO₄.

Методика работы.

Для мембранного электролиза раствора сульфата натрия использовали трехкамерный электролизер с гетерогенными ионообменными мембранами МК-40 и МА-40. Перед запуском анодная камера электролизера заполнялась

раствором H_2SO_4 концентрацией 20 г/дм^3 , катодная камера – NaOH концентрацией 20 г/дм^3 , для обеспечения электропроводности до выхода на номинальный режим работы. Исходный раствор Na_2SO_4 подавался в среднюю камеру с концентрацией 160 г/дм^3 и отводили с концентрацией 60 г/дм^3 . Использовали анод с оксидным свинцовым титановым покрытием на титановом токоподводе (ОСТП) [3], материал катода – 12X18H10T. Рабочая поверхность электродов 200 см^2 .

С анодной и катодной камеры отбирали пробы каждый час и методами титрования определяли изменение концентрации NaOH и H_2SO_4 в процессе электролиза. Длительность электролиза 7 ч.

В качестве источник тока использовали Б5-46, напряжение на электролизере измеряли вольтметром В7-22А.

Результаты и их обсуждение.

Целью исследования являлось определение зависимости выхода по току переноса ионов натрия и сульфата от концентрации NaOH в католите и H_2SO_4 в анолите.

Основные технические характеристики мембранного электролиза раствора сульфата натрия приведены в таблице.

Таблица

Технические характеристики мембранного электролиза

Параметра электролиза	Величина
Напряжение на электролизере, В	5,8 – 6,3
Сила тока, А	5
Температура, К	295 – 308

Во время работы трехкамерного электролизера через катионообменную мембрану кроме целевого переноса ионов натрия происходит побочный перенос гидрооксид ионов, а через анионообменную – кроме целевого переноса сульфат ионов происходит побочный перенос протонированной воды.

Эти побочные процессы зависят от концентрации веществ в анолите и католите. Из рис. 1 видно, что в начальный период (до 4 часов) рост концентрации NaOH в католите и H_2SO_4 в анолите протекает с постоянной скоростью. При достижении концентрации 107 г/дм^3 NaOH в католите и 98 г/дм^3 H_2SO_4 в анолите скорость увеличения концентрации снижается и к 7-му часу электролиза стабилизируется на 132 г/дм^3 для NaOH и 119 г/дм^3 для H_2SO_4 .

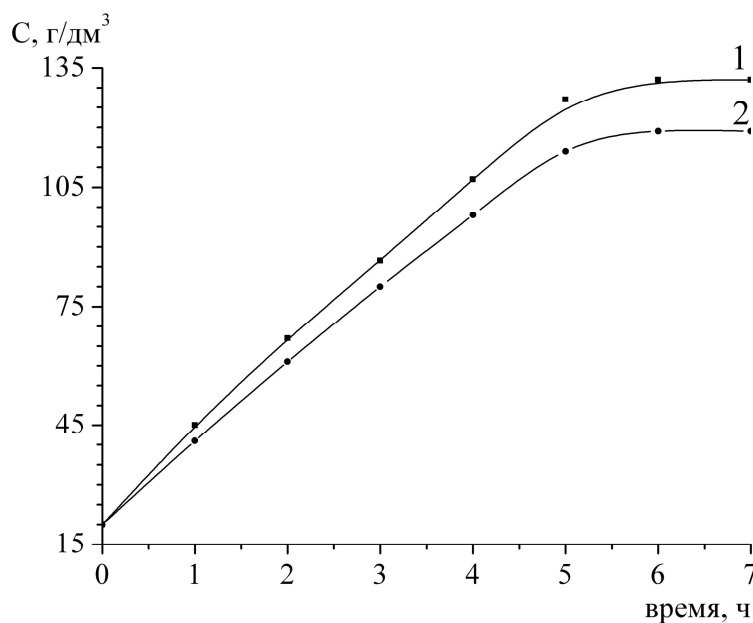


Рис. 1. Зависимости концентрации от длительности электролиза:
1 – NaOH; 2 – H₂SO₄.

С ростом концентрации NaOH в католите и H₂SO₄ в анолите перенос тока осуществляется за счет побочных процессов. Это приводит к резкому увеличению удельного расхода электроэнергии при снижении скорости переноса целевых ионов.

Установленные закономерности объясняются снижением селективности мембран с ростом концентрации в анолите и католите.

С ростом концентрации NaOH в католите и H₂SO₄ в анолите возрастает концентрационный градиент, направленный на встречу движению целевых ионов.

По этому выход по току целевых процессов снижается рис. 2.

Из приведенных данных видно, что при длительности работы до 4 – 4,5 часа перенос ионов протекает с высокими выходами по току (70 – 80 % для МК-40 и 55 – 63 % для МА-40).

Более низкий выход по току для анионообменной мембраны хорошо коррелируется с паспортными данными на мембраны этих марок.

Концентрация сульфата натрия в средней камере электролизера не снижалась ниже 60 г/дм³ для поддержания высокой электропроводности раствора.

В зависимости от того, какая поставлена задача – получение растворов NaOH и H₂SO₄ или получение обессоленной воды на выходе из средней камеры меняются и технологические параметры её работы.

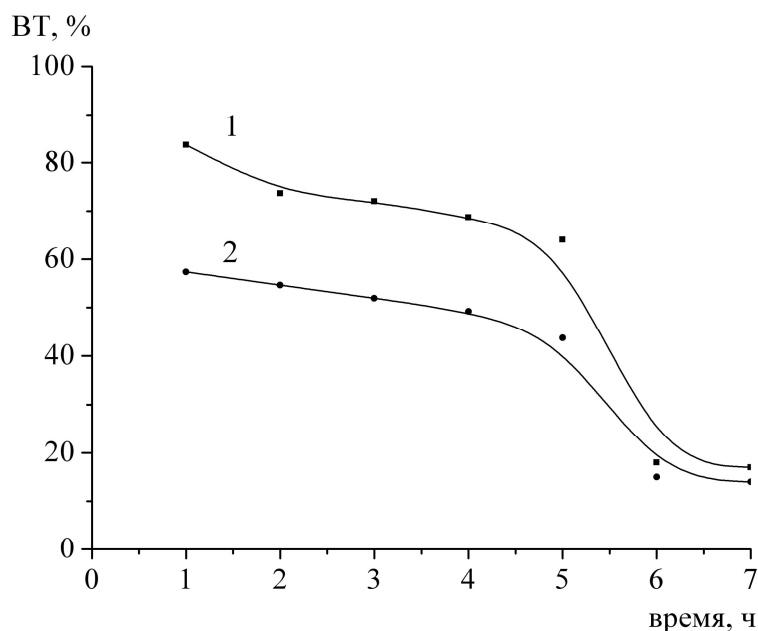


Рис. 2. Зависимость выхода по току от длительности электролиза:
1 – NaOH; 2 – H₂SO₄.

Нами было достигнуто минимальное солесодержание раствора на выходе из средней камеры 2 г/дм³.

Длительные ресурсные испытания показали, что анионообменная мембрана подвергается разрушению со стороны анодного пространства, что еще более снижает её селективность.

Выводы.

Полученные зависимости выхода по току переноса ионов натрия и сульфата от концентрации NaOH в католите и H₂SO₄ в анолите показывают, что очистка минерализованных сточных вод возможна электрохимическим методом.

В процессе электролиза достигнуты концентрации (г/дм³): NaOH – 127 и H₂SO₄ – 114.

Удельный расход электроэнергии на получение (кВт·ч/кг): NaOH – 6 и H₂SO₄ – 4,9, удаление Na₂SO₄ – 1,7.

Список литературы: 1. Муратова Е.Н. Влияние состава ОСТП на кинетику совмещенных анодных процессов / [Е.Н. Муратова, В.С. Рыжкова, А.Г. Тульская, Сенкевич И.В.] // Вестник НТУ «ХПИ». – 2011. – № 27. – С. 38 – 42.

Поступила в редколлегию 25.10.11